

Optimasi Tungku Sekam Skala Industri Kecil Dengan Sistem Boiler

F. Nawafi, R. D. Puspita, Desna, dan Irzaman

Departemen Fisika, FMIPA, Institut Peranian Bogor,

Jl. Meranti gedung FMIPA, Kampus Dramaga, Bogor 16680, Tel./ Fax : +62-251-625728

E-mail: fazmi_fisika@yahoo.com

Abstract

Rice husk furnace is a technology based on local wisdom to anticipate threats crisis energy. At first investigated husk stoves for cooking only in the scale of the household, but today rice husk furnace developed for industrial scale because of the importance of commercial aspects of a very promising from this rice husk furnace. In rice husk furnace also developed an industrial scale boiler system, boiler systems where it can enlarge its efficiency, in the midst of a boiler chimney pots have used, because basically rice husk furnace process is influenced by air flow. Husk furnace efficiency greatly affect the number of furnace ash which is required in the cooking process.

Keywords: rice husk, rice husk furnaces, air flow, efficiency, boilers.

ABSTRAK

Tungku sekam merupakan teknologi yang berbasis kearifan lokal untuk mengantisipasi ancaman krisis energi. Pada mulanya tungku sekam diteliti untuk kegiatan memasak hanya dalam skala rumah tangga, Tapi dewasa ini tungku sekam dikembangkan untuk skala industri mengingat pentingnya aspek komersial yang sangat menjanjikan dari tungku sekam ini. Pada tungku sekam skala industri juga dikembangkan sistem boiler, dimana sistem boiler ini dapat memperbesar efisiensinya, dalam boiler ini terdapat cerobong ditengah panci yang digunakan,

Kata-Kata Kunci : Sekam, Tungku Sekam, Aliran Udara, Efisiensi, Boiler.

PENDAHULUAN

Pada saat ini krisis energi merupakan ancaman nasional, bahkan menjadi ancaman global. Krisis energi ini berdampak pada industri, dimana bahan baku industri khususnya bahan bakar seperti industri tahu dan kerupuk sangat sulit sekali untuk mendapatkan minyak tanah atau gas elpiji. Pihak pemerintah dan swasta gencar mencari alternatif untuk mencari solusi dalam memecahkan masalah tersebut. Diantaranya yang sedang dikembangkan adalah pengembangan kompor dari limbah (sekam padi) untuk memasak. Tungku sekam ini sangat cocok untuk negara Indonesia karena Industri penggilingan padi di Indonesia mampu memproses lebih dari 40 juta padi yang tidak ditumbuk menjadi beras dengan rendemen yang mendekati 60% - 80%. Jika kondisi ini terjadi secara berkelanjutan sebagai kapasitasnya, maka terdapat 8 juta ton sekam yang berasal dari beras yang akan diproduksi, namun disisi lain hal ini dapat mengganggu lingkungan. Laju prediksi (Aram II) dari BPS pada tahun 2004 mengasumsikan bahwa total produksi dari padi kering yang tidak ditumbuk

adalah 53,7 juta ton yang setara dengan 33, 92 juta ton beras

Mahalnya harga bahan bakar minyak menyebabkan meningkatnya biaya produksi kegiatan industri. Hal ini mendorong untuk penggunaan bahan baku alternatif. Dewasa ini telah dikembangkan tungku sekam untuk mengatasi masalah tersebut. Tungku sekam telah terbukti dapat digunakan sebagai pengganti kompor minyak untuk kebutuhan sehari-hari, seperti memasak selain itu tentu tungku sekam juga dapat diaplikasikan untuk kebutuhan memasak skala industri kecil.

Seperti yang telah diketahui bahwa sekam adalah bagian luar dari padi yang tidak ditumbuk dan juga merupakan hasil sampingan dari penggilingan beras. Sebagian besar isi sekam adalah serat kasar yang terdiri dari *lemma* dan *palea*. Kedua serat tersebut bergabung untuk menyelimuti *kariopsis*. Selama beberapa waktu, hal tersebut telah digunakan untuk pengisi dan pembakar pada industri batu bata (industri petani pada saat musim kemarau/ kekurangan pasokan air), sedangkan produksi sekam adalah sekitar 20% - 30% dari total padi yang tidak ditumbuk dan

sayangnya sekam masih dianggap sebagai limbah.

Industri penggilingan padi di Indonesia mampu memproses lebih dari 40 juta padi yang tidak ditumbuk menjadi beras dengan *rendement* yang mendekati 60% - 80%. Jika kondisi ini terjadi secara berkelanjutan sebagai kapasitasnya, maka terdapat 8 juta ton sekam yang berasal dari beras yang akan diproduksi, namun disisi lain hal ini dapat mengganggu lingkungan. Laju prediksi (Aram II) dari BPS pada tahun 2004 mengasumsikan bahwa total produksi dari padi kering yang tidak ditumbuk adalah 53,7 juta ton yang setara dengan 33, 92 juta ton beras

Fakta diatas juga didukung dengan analisa yang mengatakan bahwa jika seluruh penduduk Indonesia menggunakan alat ini, maka pemerintah dapat menghemat pengeluaran negara sekitar 23 bilyun. Pengeluaran tersebut adalah pengeluaran pemerintah untuk mensubsidi bahan bakar sehingga apabila pemerintah menghentikan subsidi tersebut masyarakat tidak akan merasa was-was

Pemerintah selama kurun waktu tahun 2005 – 2008 telah menaikkan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) bersubsidi sebanyak 3 kali, yaitu pada bulan Maret 2005, Oktober 2005, dan Mei 2008. BBM yang disubsidi pemerintah adalah minyak tanah, solar, dan premium. Sejak bulan Agustus 2005 pemerintah menetapkan BBM bersubsidi hanya untuk sektor rumah tangga dan sektor transportasi, termasuk untuk usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM). Untuk industri pengolahan skala menengah dan besar dikenakan harga BBM non-subsidi, yaitu harga BBM yang mengikuti pergerakan harga minyak mentah (*crude oil*) dunia. Kenaikan harga BBM bersubsidi tersebut rata-rata sebesar 28% (Maret 2005), 126% (Oktober 2005), dan 28,9% (Sri Susilo dan Soeroso, 2008). Demikian pula dengan harga gas elpiji (LPG) dan tarif dasar listrik (TDL) pernah juga dinaikkan beberapa kali. Pada dasarnya, perekonomian sumberdaya energi bukan saja ditentukan oleh harga sumber energi itu sendiri, tetapi ditentukan pula oleh harga sumber energi sejenis yang akan dipersaingan. Jadi, ketika sekam padi diperkenalkan untuk mengganti BBM, maka bisa tidaknya sekam masuk pasaran sangat bergantung pada harga minyak mentah. Karena semakin meningkatnya harga minyak mentah akan berakibat pada

meningkatnya harga produk kilang seperti minyak tanah. Sehingga dengan kenaikan tersebut akan mengakibatkan semakin kecilnya perbedaan antara harga sekam dengan BBM yang menjadikan sekam padi menarik secara ekonomi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif.

Tabel 1.1 menunjukkan perbandingan mendidihkan 6 liter air dengan berbagai bahan bakar (Irzaman dalam Maulana, 2009). Panas pembakaran sekam dapat mencapai 3300 kkal dan bulk densitas 0,100 g/ml serta konduktivitas panas 0,068 kkal (Rahmat, 2006). Sementara itu beberapa penelitian mengenai biomassa sebagai bahan bakar telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Riset menunjukkan pada tahun 1987, di Indonesia pemanfaatan sekam padi kurang dari 10%. Sedangkan di India sekam padi hingga tahun 1980 pemanfaatan sekam padi menjadi bahan bakar mencapai 40%.

Sedangkan dari aspek ekonomi perbandingan harga tahun 2006 (Rp 2500) menunjukkan bahwa elpiji Rp. 5.000 per kg) harga minyak tanah per liter Rp. 3.400, sedangkan batu bara Rp. 2.000/ kg (Rachmat, 2006). Sekam yang didapat pada kawasan lingkaran kampus IPB Darmaga Rp 2000,- hingga Rp3000,-/karung. Nilai ini sangat menguntungkan bagi pengusaha industri kecil seperti pengusaha manisan korma yang sebelumnya menghabiskan 150 ikat kayu bakar seharga Rp 150.000,- s/d Rp 200.000,- untuk satu kali produksi sedangkan dengan menggunakan bahan bakar sekam padi terpakai hingga 2-3 karung senilai Rp 6.000,- s/d Rp 9.000,- pada produksi yang sama. Biaya produksi semakin efisien.

Tungku sekam sangat efektif dan merupakan solusi alternatif berbasis kearifan lokal dimana Indonesia yang merupakan negara agraria, sebagian besar penduduknya adalah petani. Sekam yang melimpah di pedesaan dan merupakan limbah dimanfaatkan untuk energi alternatif. Hasil buangan dari tungku sekam yaitu berupa arang sekam sangat baik digunakan untuk media tanam tanaman dan bisa dibuat briket arang sekam.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memecahkan persoalan penghematan energi untuk industri kecil dengan menggunakan tungku sekam skala industri kecil dan juga optimasi efisiensi tungku sekam dengan sistem boiler.

Tabel 1. Perbandingan mendidihkan 6 liter air dengan berbagai bahan bakar

Bahan	Waktu	Massa	Harga Bahan (Rp)	Biaya (Rp)	Literatur
Gas Elpiji	11	0.1 kg	5.000,-/kg	500,-	Warta penelitian dan pengembangan pertanian 2006
Minyak Tanah	25	140 mL	7.500,-/kg	1.050,-	Warta penelitian dan pengembangan pertanian 2006
Sekam Padi	35	1 kg	4000,-/20kg	20,-	Warta penelitian dan pengembangan pertanian 2006
Sekam Padi	23	1 kg	2000,-/7kg	285,-	Irazaman, dkk, hasil penelitian Departemen Fisika FMIPA IPB 2007

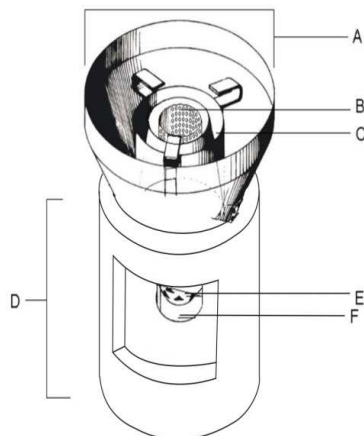
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi yang diperoleh dari sekitar wilayah kecamatan Dramaga. Seng (Zn) Besi (Fe) yang digunakan untuk membuat tungku sekam. Peralatan yang digunakan adalah palu, gunting, repand, kipas, thermometer, panci, meteran, dan timbangan.

Desain tungku sekam skala industri kecil IPB

Gambar 1. menunjukkan desain tungku sekam skala industri kecil IPB yang terdiri dari 6 komponen mencakup : (A) Reservoir (tandon) sekam dalam bentuk kerucut terbalik, (B) Cerobong berlubang untuk membatasi aliran api, (C) Isolator kompor, (D) Badan kompor, (E) Ruang antara tatakan abu sementara dan ujung bawah kerucut, dan (F) Reservoir abu sementara.



Gambar 1. Desain tungku sekam

Keterangan :

- (A) Reservoir (tandon) sekam dalam bentuk kerucut terbalik
- (B) Cerobong berlubang untuk membatasi aliran api
- (C) Isolator kompor
- (D) Badan kompor
- (E) Ruang antara tatakan abu sementara dan ujung bawah kerucut
- (F) Reservoir abu sementara

Dalam pembuatan tungku sekam skala industri kecil ini berbeda ukurannya dengan tungku sekam skala rumah tangga. Untuk lubang pada badan tungku sekam skala industri kecil berukuran 40 x 68 cm seperti tampak dalam gambar 2.



Gambar 2. Tungku sekam skala industri kecil.

Dalam penelitian ini menggunakan panci sebagai tempat memasak air berupa drum yang ditambahkan cerobong sebagai sistem boiler pada penelitian ini. Ukuran cerobong pada drum ini yaitu panjang 202 cm dan berdiameter 24 cm, seperti tampak dalam gambar 3.



Gambar 3. Drum dengan cerobong boiler

Pengukuran lama pendidihan air dengan drum boiler dan non boiler

Pengukuran lama pemasakan dilakukan dengan menggunakan air sebanyak 50 liter, 100 liter dan 150 liter. Air tersebut dimasak menggunakan tungku sekam skala industri kecil dan dengan membandingkan air yang dimasak melalui drum boiler dan non boiler serta menghitung banyaknya sekam yang dibutuhkan untuk mendidihkan air tersebut. Sehingga mendapatkan laju bahan bakar yang dibutuhkan pada setiap jenis tungku sekam. Pemasakan air dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Penghitungan efisiensi tungku sekam

Dalam penghitungan efisiensi tungku sekam harus mengetahui jumlah energi yang

dibutuhkan untuk memasak dengan menggunakan rumus persamaan 1 (Belonio,1985) :

$$Q_n = \frac{M_f \times E_s}{T} \quad (1)$$

Keterangan :

Q_n - energi yang dibutuhkan (kcal/jam)

M_f - massa makanan (kg)

E_s - energi spesifik (kcal/kg)

T - waktu pemasakan (jam)

Pemasukan energi mengacu pada jumlah energi yang diperlukan, dalam istilah bahan bakar, energi yang harus dimasukkan ke dalam kompor. Hal ini dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 2.2 (Belonio,1985) :

$$FCR = \frac{Q_n}{HVF \times \xi_g} \quad (2)$$

Keterangan :

FCR – Fuel Consumption Rate (FCR) Laju bahan bakar yang digunakan (kg/jam)

Q_n - Laju energi yang digunakan (kcal/jam)

HVF - Heat Value Fuel (HVF) nilai kalor bahan bakar (kcal/kg)

ξ_g - efisiensi tungku sekam (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi tungku sekam dengan sistem boiler dan non boiler

Tabel 2, tabel 3, dan tabel 4 menunjukkan hasil penelitian dari perlakuan pemasakan air dengan massa air 50 liter, 100 liter, 150 liter dengan metode boiler, sedangkan Tabel 5, tabel 6, dan tabel 7 menunjukkan hasil penelitian dari perlakuan pemasakan air dengan massa air 50 liter, 100 liter, 150 liter dengan metode non boiler.

Tabel 2. Perlakuan 1.:Pemasakan air dengan massa air 50 liter

Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	waktu	Massa sekam (Kg)	Massa arang sekam (Kg)	Suhu kerucut terbalik	Suhu badan tungku	Suhu isolator	Suhu panci
50 liter	30°C	100°C	65 menit	8	2,6	90 ⁰ c	125 ⁰ c	280 ⁰ c	95 ⁰ c
50 liter	30°C	100°C	55 menit	7,2	2,2	92 ⁰ c	120 ⁰ c	290 ⁰ c	97 ⁰ c
50 liter	30°C	100°C	60 menit	7,4	2	92 ⁰ c	120 ⁰ c	285 ⁰ c	98 ⁰ c

Keterangan :

$M_f = 50 \text{ Kg}$

$E_s = 70 \text{ Kcal/Kg}$

$T = 60 \text{ menit} = 1 \text{ hr}$ $HVf = 3000 \text{ Kcal/Kg}$

Tabel 3. Perlakuan 2: Pemasakan air dengan massa air 100 liter (boiler)

Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	waktu	Massa sekam (Kg)	Massa arang sekam (Kg)	Suhu kerucut terbalik	Suhu badan tungku	Suhu isolator	Suhu panci
100 liter	30°C	100°C	110 menit	15	3,7	83 ⁰ c	115 ⁰ c	300 ⁰ c	97 ⁰ c
100 liter	30°C	100°C	115 menit	17	3,9	85 ⁰ c	120 ⁰ c	270 ⁰ c	98 ⁰ c
100 liter	30°C	100°C	105 menit	16	4	86 ⁰ c	120 ⁰ c	280 ⁰ c	95 ⁰ c

Keterangan :

 $M_f = 100 \text{ Kg}$ $E_s = 70 \text{ Kcal/Kg}$ $T = 1,83 \text{ hr}$ $HV_f = 3000 \text{ Kcal/Kg}$

Tabel 4. Perlakuan 3: Pemasakan air dengan massa air 150 liter (boiler)

Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	Waktu	Massa sekam (Kg)	Massa arang sekam (Kg)	Suhu kerucut terbalik	Suhu badan tungku	Suhu isolator	Suhu panci
150 liter	30°C	100°C	134 menit	21,2	5,5	82 ⁰ c	123 ⁰ c	310 ⁰ c	98 ⁰ c
150 liter	30°C	100°C	129 menit	22	5,3	83 ⁰ c	125 ⁰ c	287 ⁰ c	97 ⁰ c
150 liter	30°C	100°C	138 menit	23	6	80 ⁰ c	120 ⁰ c	298 ⁰ c	94 ⁰ c

Keterangan :

 $M_f = 150 \text{ Kg}$ $E_s = 70 \text{ Kcal/Kg}$ $T = 2,23 \text{ hr}$ $HV_f = 3000 \text{ Kcal/Kg}$

Tabel 5. Perlakuan 1: Pemasakan Air dengan massa 50 Liter

Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	waktu	Massa sekam (Kg)	Massa arang sekam (Kg)	Suhu kerucut terbalik	Suhu badan tungku	Suhu isolator	Suhu panci
50 liter	30°C	100°C	65 menit	7,4	1,9	85 ⁰ c	125 ⁰ c	280 ⁰ c	99 ⁰ c
50 liter	30°C	100°C	70 menit	8	2	84 ⁰ c	120 ⁰ c	300 ⁰ c	96 ⁰ c
50 liter	30°C	100°C	65 menit	7,6	2,1	89 ⁰ c	115 ⁰ c	295 ⁰ c	98 ⁰ c

 $M_f = 50 \text{ Kg}$ $E_s = 70 \text{ Kcal/Kg}$ $T = 66,67 \text{ menit} = 1,1 \text{ hr}$ $HV_f = 3000 \text{ Kcal/Kg}$

Tabel 6. Perlakuan 2: Pemasakan Air dengan massa 100 Liter (non boiler)

Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	waktu	Massa sekam (Kg)	Massa arang sekam (Kg)	Suhu kerucut terbalik	Suhu badan tungku	Suhu isolator	Suhu panci
100 liter	30°C	100°C	120 menit	17,5	4,2	81 ⁰ c	125 ⁰ c	310 ⁰ c	98 ⁰ c
100 liter	30°C	100°C	115menit	17	3,8	83 ⁰ c	120 ⁰ c	300 ⁰ c	98 ⁰ c
100 liter	30°C	100°C	125menit	18	4,6	87 ⁰ c	120 ⁰ c	286 ⁰ c	96 ⁰ c

 $M_f = 100 \text{ Kg}$ $E_s = 70 \text{ Kcal/Kg}$ $T = 120 \text{ menit} = 2 \text{ hr}$ $HV_f = 3000 \text{ Kcal/Kg}$

Tabel 7. Perlakuan 3: Pemasakan Air dengan massa 150 Liter (non boiler)

Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	waktu	Massa sekam (Kg)	Massa arang sekam	Suhu kerucut terbalik	Suhu badan tungku	Suhu isolator	Suhu panci
150 liter	30°C	100°C	145 menit	24,3	7,2	83 ⁰ c	127 ⁰ c	280 ⁰ c	97 ⁰ c
150 liter	30°C	100°C	148 menit	25	8,1	84 ⁰ c	125 ⁰ c	303 ⁰ c	98 ⁰ c
150 liter	30°C	100°C	150 menit	24,5	8,6	82 ⁰ c	123 ⁰ c	300 ⁰ c	98 ⁰ c

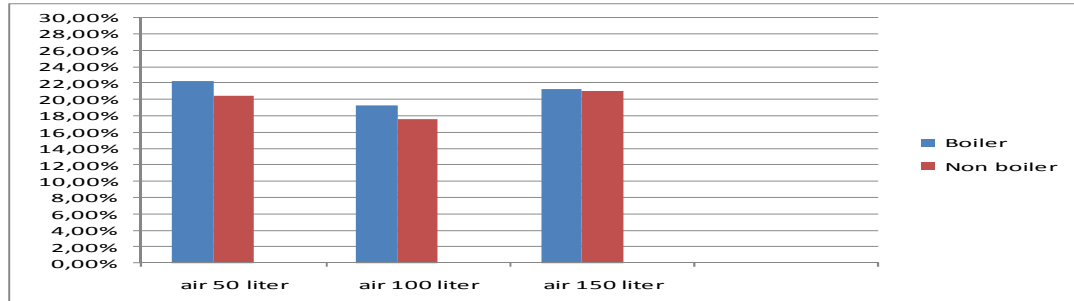
 $M_f = \text{Kg}$ $E_s = 70 \text{ Kcal/Kg}$ $T = 147,67 \text{ menit} = 2,46 \text{ hr}$ $HV_f = 3000 \text{ Kcal/Kg}$

Pada saat proses pemasakan terjadi perpindahan panas hasil dari pembakaran sekam. Perpindahan kalor tersebut mengalir dengan konduksi ataupun konveksi. Tabel 2 sampai dengan tabel 7 menunjukkan hasil data pemasakan air 50 liter, 100 liter dan 150 liter masing-masing 3 kali ulangan dengan metode boiler dan non boiler. Dari data tabel 2 dapat dilihat hasil rata-rata 3 kali ulangan efisiensi tungku sekam pada pemasakan air 50 liter dengan metode boiler ialah membutuhkan waktu rata-rata sekitar 60 menit serta memiliki laju konsumsi bahan bakar (FCR) sebesar 5,26 Kg/jam sedangkan energi panas yang dibutuhkan (Qn) untuk mendidihkan air sebanyak 50 liter adalah 3500 K cal /jam sehingga diperoleh efisiensi tungku sekam sebesar 22,18%. Pada tabel 3.2 (Pemasakan 100 liter dengan metode boiler) dengan waktu pemasakan rata-rata selama 1,83 jam serta memiliki laju konsumsi bahan bakar (FCR) sebesar 6,63kg/jam, sedangkan energi panas yang dibutuhkan (Qn) untuk mendidihkan air sebanyak 100 liter adalah 3825,17 Kcal /jam sehingga diperoleh efisiensi tungku sekam sebesar 19,23%. Untuk data tabel 4 (pemasakan air 150 liter dengan metode boiler) dengan

waktu pemasakan rata-rata selama 2,23 jam serta memiliki laju konsumsi bahan bakar (FCR) sebesar 7,38kg/jam, sedangkan energi panas yang dibutuhkan(Qn) untuk mendidihkan air sebanyak 150 liter adalah 4708,52 Kcal /jam sehingga diperoleh efisiensi tungku sekam sebesar 21,26%. Pada pemasakan air dengan menggunakan sistem non boiler dilakukan perlakuan sama yaitu dengan 3 kali ulangan dan air yang dimasak antara lain 50 liter, 100 liter dan 150 liter. Pada tabel 3.4 (Pemasakan 50 liter dengan metode non boiler) dengan waktu pemasakan rata-rata selama 1,1 jam serta memiliki laju konsumsi bahan bakar (FCR) sebesar 5,18kg/jam, sedangkan energi panas yang dibutuhkan (Qn) untuk mendidihkan air sebanyak 50 liter adalah 3181,18 Kcal /jam sehingga diperoleh efisiensi tungku sekam sebesar 20,47%. Untuk data tabel 3.5 (pemasakan air 100 liter dengan metode non boiler) dengan waktu pemasakan rata-rata selama 2 jam serta memiliki laju konsumsi bahan bakar (FCR) sebesar 6,65kg/jam, sedangkan energi panas yang dibutuhkan(Qn) untuk mendidihkan air sebanyak 100 liter adalah 3500 Kcal /jam sehingga diperoleh efisiensi tungku sekam sebesar 17,54%. Untuk

data tabel 7 (pemasakan air 150 liter dengan metode non boiler) dengan waktu pemasakan rata-rata selama 2,46 jam serta memiliki laju konsumsi bahan bakar (FCR) sebesar 6,76 kg/jam, sedangkan energi panas yang

dibutuhkan (Q_n) untuk mendidihkan air sebanyak 150 liter adalah 4268,29 Kcal /jam sehingga diperoleh efisiensi tungku sekam sebesar 21,04%.



Gambar 4. Grafik perbandingan efisiensi tungku sekam boiler dan non boiler

Dari data dan hasil penelitian ini (gambar 4) menunjukkan bahwa pemasakan air dengan sistem boiler lebih efisien dibandingkan dengan pemasakan air dengan sistem non boiler. Seperti dapat dilihat dalam hasil pemasakan air 50 liter, efisiensinya adalah 22,18 %. Sedangkan dalam pemasakan air 50 liter dengan sistem non boiler, besar efisiensinya adalah 20,47 %. Begitu juga dengan perbandingan pemasakan air 100 liter dan 150 liter antara pemasakan dengan sistem boiler dan non boiler, dimana pemasakan air 100 liter dengan sistem boiler, efisiensinya adalah 19,23% sedangkan pemasakan air dengan sistem non boiler, efisiensinya sebesar 17,54 %. Perbedaan efisiensi juga terlihat dalam pemasakan air 150 liter, dimana pemasakan air 150 liter dengan sistem boiler, efisiensinya sebesar 21,26 % sedangkan pemasakan air 150 liter dengan sistem non boiler, efisiensinya 21,04%.

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa metode boiler dapat meningkatkan efisiensi tungku sekam dibandingkan dengan metode non boiler, ini dikarenakan metode boiler terjadi perpindahan panas secara konduksi melalui poros pipa yang dapat memanaskan secara langsung air yang berada di atasnya dan aliran udara panas secara konveksi. Di samping itu, tungku sekam membutuhkan aliran udara yang maksimum untuk melakukan proses pembakaran. Oleh karena itu udara yang terperangkap harus dibuat sebanyak mungkin [5]. Udara masuk melalui lubang dengan satu lubang udara memiliki efisiensi yang tinggi. Pembakaran merupakan suatu proses kimia yang terjadi karena kombinasi yang sangat cepat antara oksigen dan

elemen atau campuran kimia yang menghasilkan pelepasan panas.

KESIMPULAN

Pada tungku sekam skala industri juga dikembangkan sistem boiler, dimana sistem boiler ini dapat memperbesar efisiensinya, dalam boiler ini terdapat cerobong ditengah drum yang digunakan, ini dikarenakan metode boiler terjadi perpindahan panas secara konduksi melalui poros pipa yang dapat memanaskan secara langsung air yang berada di atasnya dan aliran udara panas secara konveksi. Karena pada dasarnya proses tungku sekam ini dipengaruhi oleh aliran udara. Efisiensi tungku sekam sangat mempengaruhi banyaknya sekam yang dibutuhkan dalam proses pemasakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional sesuai surat perjanjian Pelaksanaan Hibah Kompetitif Penelitian Unggulan Strategi Nasional: 431/SP2H/PP/DP2M/V1/2009, tanggal 25 Juni 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Belonio. 1985. *Rice Huso gas store handbook*. Appropriate Technology Centre. Departement of Agricultural Engineering and Environmental Management. Collage of Agricultura Central Philipine University Iloilo City. Philipine.
- [2] Husin, AA. 2007. *Pemanfaatan Sekam Padi dan Abu Sekam Padi untuk Pembuatan Batu Bata beton Berlubang*. e-

- jurnal Balitbang PU. Pusat Litbang Pemukiman.Bandung.
www.pu.go.id/balitbang
- [3] Irzaman, Alatas, H,Darmasetiawan,H. Yani, A dan Musiran. 2007. *Development of Cooking Stove From Waste (Rice Husk)*. Institut Pertanian Bogor, Departemen of Physics, FMIPA IPB. Darmaga.
- [4] Kartasasmita, G.1996. *Strategi Pengembangan Usaha Tani*. Seminar Nasional HUT-HIPPI. Jakarta.
- [5] Maulana.R. 2008. *Optimasi efisiensi Tungku Sekam dengan Variasi Lubang pada Badan Kompor*. Institut Pertanian Bogor. Skripsi. Bogor.
- [6] Rachmat, Ridwan. 2006. *Kompor Sekam Segar*. Tablot Sinar Tani. Jakarta.
- [7] Susilo. 2008. *Strategi Bertahan Industri Kecil Pasca Kenaikkan Harga Pangan dan energi : Kasus Pada Industri makanan di Yogyakarta*. Seminar Sains dan Teknologi-II Bandar Lampung.
- [8] Thorburn, Craig. 1982. *Rice Husk as a Fuel*. Bandung : PT Tekton Books Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung
- [9] Warta Penelitian Pengembangan Pertanian.2006. *Giliran Sekam untuk Bahan Bakar Alternatif*.